

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-044375

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl. G10K 11/178
F01N 1/00
H03H 21/00

(21)Application number : 06-178075

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

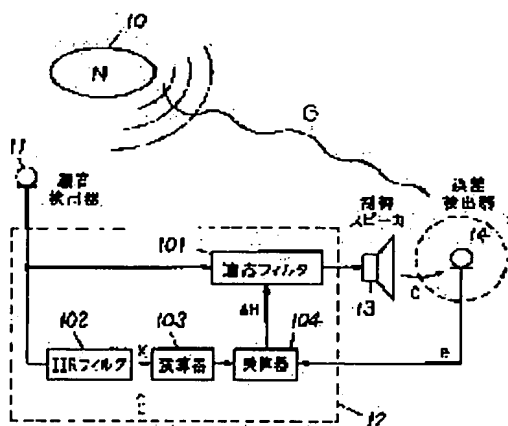
(22)Date of filing : 29.07.1994

(72)Inventor : TAMURA TADASHI
TERAI KENICHI
HASHIMOTO HIROYUKI
NAKAMA YASUTOSHI

(54) NOISE ELIMINATING DEVICE AND NOISE ELIMINATING METHOD**(57)Abstract:**

PURPOSE: To perform a sure noise elimination with the small-scale of a hardware constitution by using a computing element having short tap-lengths while by combining it with an IIR filter.

CONSTITUTION: This device is provided with a noise detector 11 detecting noise generated from a noise source 10 and outputting a noise detection signal, a control speaker 13 making a control signal a control sound and emitting it to a prescribed area and an error detector 14 outputting an error signal between noise in the prescribed area and the control sound. Moreover, the device is provided with an adaptive filter part 12 provided with an adaptive filter 101 outputting the control signal by processing the noise detection signal, an IIR filter 102 outputting a first processing signal by executing the filtering processing of the noise detection signal with a prescribed frequency characteristic, a computing element 103 outputting a second processing signal by executing a folding processing between the first processing signal and a prescribed transfer function and a multiplier 104 outputting an updating signal for updating the coefficient of the adaptive filter 101 by multiplying the second processing signal by the error signal.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 29.07.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.04.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-44375

(43)公開日 平成8年(1996)2月16日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 0 K 11/178

F 0 1 N 1/00

H 0 3 H 21/00

A

8842-5 J

G 1 0 K 11/ 16

H

審査請求 有 請求項の数22 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平6-178075

(22)出願日

平成6年(1994)7月29日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 田村 忠司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 寺井 賢一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 橋本 裕之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

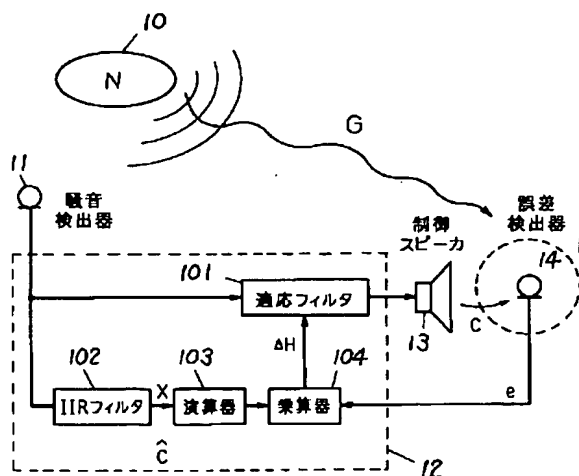
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 騒音消去装置及び騒音消去方法

(57)【要約】

【構成】 騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を出力する騒音検出器11と、制御信号を制御音として所定の領域に放射する制御スピーカ13と、所定領域における騒音と制御音との誤差信号を出力する誤差検出器14と、を有する。さらに、適応フィルタ部12を備え、騒音検出信号を処理して制御信号を出力する適応フィルタ101と、騒音検出信号を所定の周波数特性によってフィルタ処理して第1の処理信号を出力するIIRフィルタ102と、第1の処理信号と所定の伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算器103と、第2の処理信号と誤差信号とを乗算し、適応フィルタ101の係数を更新するための更新信号を出力する乗算器104とを備えている。

【効果】 IIRフィルタと組み合わせる事により、タップ長の短い演算器を用いて、小規模のハードウェア構成により確実な騒音消去を行うことができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】騒音源から発生される騒音を検出し騒音検出信号を出力する騒音検出器と、前記騒音検出信号に基づいて前記騒音を消去するための制御信号を出力する適応フィルタ部と、前記制御信号を受け取り、制御音を所定の領域に放射する制御スピーカと、前記所定領域における騒音と前記制御音との残差を検出し、誤差信号を出力する誤差検出器とを備えた騒音消去装置であって、前記適応フィルタ部は、

前記騒音検出信号を受け取り、前記騒音検出信号を処理して前記制御信号を出力する適応フィルタと、前記騒音検出信号を受け取り、所定の周波数特性によってフィルタ処理して第1の処理信号を出力するIIRフィルタ手段と、前記第1の処理信号を受け取り、前記第1の処理信号と所定の伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算手段と、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを受け取り、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを乗算し、前記適応フィルタの係数を更新するための更新信号を、前記適応フィルタに出力する乗算手段とを備えており、前記所定の周波数特性及び前記所定の伝達関数は、前記制御スピーカから前記誤差検出器への制御伝達特性に基づいて定められることを特徴とする騒音消去装置。

【請求項2】前記IIRフィルタの所定の周波数特性は、第1の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致している請求項1記載の騒音消去装置。

【請求項3】前記演算器の所定の伝達関数は、第2の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致している請求項1記載の騒音消去装置。

【請求項4】前記第1の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項2記載の騒音消去装置。

【請求項5】前記第2の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項3記載の騒音消去装置。

【請求項6】騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を出力する騒音検出器と、前記騒音検出信号に基づいて、前記騒音を消去するための制御信号を出力する適応フィルタ部と、前記制御信号を受け取り、制御音を所定の領域に放射する制御スピーカと、前記所定領域における騒音と前記制御音との残差を検出し、誤差信号を出力する誤差検出器とを備えた騒音消去装置であって、

前記適応フィルタ部を制御するための係数調整信号を出力するフィルタ制御手段を更に備えており、前記適応フィルタ部は、

前記騒音検出信号を受け取り、前記騒音検出信号を処理して前記制御信号を出力する適応フィルタと、前記騒音検出信号を受け取り、前記係数調整信号に基づいて定められる周波数特性によってフィルタ処理を行い、第1の

2

処理信号を出力する適応型IIRフィルタ手段と、前記第1の処理信号を受け取り、前記制御スピーカから前記誤差検出器への制御伝達特性に基づいて定められる所定の伝達関数と前記第1の処理信号との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算手段と、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを受け取り、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを乗算し、前記適応フィルタの係数を更新するための更新信号を前記適応フィルタに出力する乗算手段とを備えていることを特徴とする騒音消去装置。

【請求項7】前記IIRフィルタの所定の周波数特性は、第1の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致している請求項6記載の騒音消去装置。

【請求項8】前記演算器の所定の伝達関数は、第2の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致している請求項6記載の騒音消去装置。

【請求項9】前記第1の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項7記載の騒音消去装置。

【請求項10】前記第2の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項8記載の騒音消去装置。

【請求項11】フィルタ制御手段は、前記制御信号と前記誤差信号とを受け取り、前記制御伝達特性を計算する計算手段と、前記適応型IIRフィルタの周波数特性と、計算された前記制御伝達特性とを比較する特性比較手段と、前記特性比較手段の比較の結果に基づいて、前記係数調整信号を出力し、前記適応型IIRフィルタのフィルタ係数を変更する係数変更手段とを有している請求項6記載の騒音消去装置。

【請求項12】前記特性比較手段は、前記IIRフィルタの周波数特性のカットオフ周波数と、前記周波数特性を表す曲線の傾きとに基づいて比較を行なうことを特徴とする請求項11記載の騒音消去装置。

【請求項13】前記係数変更手段は、前記IIRフィルタの周波数特性のカットオフ周波数を所定の範囲に保ち、前記周波数特性を表す曲線の傾きを前記制御伝達関数を表す曲線の傾きから所定の範囲に保つように、前記フィルタ係数を制御することを特徴とする請求項12記載の騒音消去装置。

【請求項14】制御音によって騒音を消去する騒音消去方法であって、

騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を生成するステップと、

前記騒音検出信号を所定のフィルタ係数を用いてフィルタリング処理し、前記騒音を消去するための制御信号を生成する信号処理ステップと、

前記制御信号を制御音として制御スピーカから所定の領域に放射するステップと、

前記所定領域における前記騒音と前記制御音との残差を

検出し、誤差信号を生成するステップとを有しており、前記信号処理ステップは、

前記騒音検出信号を所定の周波数特性によってフィルタリング処理し、第1の処理信号を生成するステップと、該第1の処理信号と所定の伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を生成するステップと、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを乗算し、前記所定のフィルタ係数を更新するための更新信号を生成するステップと、

前記更新信号によって定められるフィルタ係数によって前記騒音検出信号を処理し、前記制御信号を生成するステップとを備え、

前記所定の周波数特性及び前記所定の伝達関数は、前記制御スピーカから前記所定の領域への制御伝達特性に基づいて定められることを特徴とする騒音消去方法。

【請求項15】前記所定の周波数特性は、第1の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致するように設定される請求項14記載の騒音消去方法。

【請求項16】前記所定の伝達関数は、第2の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致するように設定される請求項14記載の騒音消去方法。

【請求項17】前記第1の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項15記載の騒音消去方法。

【請求項18】前記第2の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項16記載の騒音消去方法。

【請求項19】前記信号処理ステップは、前記制御信号と前記誤差信号とに基づいて前記所定の周波数特性を変更する制御ステップを備えている請求項14記載の騒音消去方法。

【請求項20】前記制御ステップは、前記制御信号と前記誤差信号とに基づいて前記制御伝達特性を計算するステップと、前記所定の周波数特性と、計算された前記制御伝達特性とを比較する比較ステップと、前記比較ステップの結果に基づいて、前記所定の周波数特性を制御するための特性調整信号を生成するステップと、前記特性調整信号に基づいて、前記所定の周波数特性を変更する変更ステップとを有している請求項19記載の騒音消去方法。

【請求項21】前記比較ステップにおいては、前記周波数特性のカットオフ周波数と、前記周波数特性を表す曲線の傾きとに基づいて比較が行われる請求項20記載の騒音消去方法。

【請求項22】前記変更ステップにおいては、前記所定の周波数特性が変更されることにより、前記周波数特性のカットオフ周波数が所定の範囲に保たれ、前記周波数特性を表す曲線の傾きが前記制御伝達関数を表す曲線の

傾きから所定の範囲に保たれる請求項21記載の騒音消去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、騒音消去装置及び騒音消去方法に関し、特に、制御音を発生することによって騒音を打ち消す能動的騒音消去装置(active noise control system)及び能動的騒音消去方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】騒音と同じ周波数及び振幅を有し、位相が180度ずれた音(制御音)をスピーカから発生することによって、騒音を消去することができる。制御音が発生される場所(通常は受聴位置)では、騒音と制御音が干渉し、制御音が騒音を打ち消すからである。このような騒音消去方法を能動的騒音制御と呼ぶ。能動的騒音制御は、従来の騒音防止方法のように、騒音源(エンジン等)を吸音材で覆ったり、遮音材を用いて騒音を遮断する必要がない。そのため、装置全体を軽量・小型化できるという利点を有しており、注目されてきた。

【0003】能動的騒音制御に於いて、騒音を有効に消去するには、騒音に適応した制御音を精度よく生成しなければならない。能動的騒音制御を実用化するためには、適切なアルゴリズムと高度な信号処理技術の発達を待たねばならなかった。近年のデジタル信号処理技術の発達に伴い、実用的な能動的騒音制御装置が提案されている。

【0004】図17は、従来の騒音消去装置700による騒音制御の一例を模式的に示している。以下、図面を参照しながら、従来の騒音消去装置700の構成及び装置700を用いた騒音消去方法について説明する。

【0005】図17は、騒音源701から騒音が発生しているときに、騒音消去装置700のスピーカ704から制御音を発生することによって、領域P(消音エリア)において騒音を消去する場合を示している。

【0006】騒音源701(特性N)からの騒音は、空間上における伝達関数Gを介して領域Pに到達する。同時に、騒音源701の騒音情報は、騒音消去装置700の騒音検出器702(伝達関数M)によって検出される。検出された騒音は、検出信号として適応フィルタ703(伝達関数H)に与えられる。適応フィルタ703は検出信号を適応処理して制御信号を生成する。制御信号は、制御音として制御スピーカ704(伝達関数S)より放射され、制御音は、スピーカ特性Sを含む制御伝達特性(伝達関数C)を通して領域Pに到達する。

【0007】領域Pに於いては、制御音と騒音とが合成され、制御音が最適化されていれば、原理的には騒音は消去される。しかし、実際には、それぞれの伝達特性の時間的変動などにより、消去残りの誤差(residual error)が存在する(式(1))。

【0008】

誤差音 = 騒音 + 制御音 (1)

この消去残りは、誤差検出器（エラーマイク）705

（伝達関数E）によって検出され、誤差信号eとして乗*

$$e = (N * G + N * M * H * C) * E \quad \dots \dots (2)$$

この誤差信号eが最小になるように、適応フィルタ703の係数（即ち伝達関数H）が修正される。フィルタ係数の修正は、乗算器706から与えられる係数更新ベクトルΔHによって行われる。乗算器706は、誤差信号eと参照入力Xとに基づき、LMS(Least Mean Squar

e)アルゴリズムを用いて係数更新ベクトルΔHを計算する。

【0010】ここで、参照入力Xとして、騒音検出器702によって検出された騒音検出信号を直接用いるのではなく、騒音検出信号を演算器707（フィルタ係数1. e. 伝達関数C'）を介して用いている。伝達関数C'は、予め同定された制御系伝達関数Cを模擬して設定される。即ち、伝達関数C'は、伝達関数Cと周波数-振幅特性が同一で、位相が180度ずれた、逆伝達関数となるように設定される。伝達関数演算器707の周波数特性を図18に、インパルス応答を図19に示す。演算器707を介した騒音検出信号を用いることにより、参照信号Xの位相が誤差信号eの位相と揃うため、適応フィルタ703の係数の計算を正しく収束させることができる。

【0011】適応フィルタ703の伝達関数は、式(2)の左辺=0とおくことにより、次式(3)によって与えられる。

$$H = -G / (M * C) \quad \dots \dots (3)$$

適応フィルタ703の係数更新を継続して行うことにより、各伝達関数の時間的变化に追従して伝達関数Hを更新することができ、騒音消去効果を維持することができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような従来の騒音消去装置は、乗算器706の演算処理量がかかなり多いため、適応フィルタ703の係数を算出するには大きなハードウェアが必要である。例えば、図19に示されるように、演算器707はタップ長128のデジタルフィルタで構成されていれば特に問題は生じないが、演算器707のタップ数が十分でないと、演算器707によって伝達特性の低音域が再現できなくなるので、騒音が付加されたり発散するという問題が生じるからである。このことは、吸音材や遮音材に比べて装置のコストが高くなることにもつながる。

【0014】また、制御スピーカ704から誤差検出器705が離れて設置されている場合には、以下のような問題が生じる。制御スピーカ704から誤差検出器705への伝達関数Cを同定し、演算器707に逆伝達関数

*算器706に与えられる。誤差信号eは、各系の伝達特性（伝達関数）を用いて、下記の式(2)によって表すことができる。

【0009】

C'を設定した後に、制御スピーカ704と誤差検出器705との間に障害物が入ったり、環境が変化した場合には、伝達特性は障害物の影響を受けてピークディップの多い特性となる。このような伝達特性の大きな変化には、適応フィルタ703の係数更新が追従できず、十分な消音効果が得られなくなる。

【0015】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、規模の小さいハードウェアを用いても、騒音の付加・発散等がなく、十分な消音効果が得られる信頼性の高い騒音消去装置及び方法を提供することにある。本発明のもう一つの目的は、制御系の伝達特性に変化があった場合でも、十分に適応することが可能であり、騒音の付加・発散等がない信頼性の高い騒音消去装置及び方法を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の騒音消去装置は、騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を出力する騒音検出器と、前記騒音検出信号に基づいて、前記騒音を消去するための制御信号を出力する適応フィルタ部と、前記制御信号を受け取り、制御音を所定の領域に放射する制御スピーカと、前記所定領域における騒音と前記制御音との残差を検出し、誤差信号を出力する誤差検出器とを備えており、前記適応フィルタ部は、前記騒音検出信号を受け取り、前記騒音検出信号を処理して制御信号を出力する適応フィルタと、前記騒音検出信号を受け取り、所定の周波数特性によってフィルタ処理して第1の処理信号を出力するIIRフィルタと、前記第1の処理信号を受け取り、前記第1の処理信号と所定の伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算器と、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを受け取り、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを乗算し、前記適応フィルタの係数を更新するための更新信号を出力する乗算器とを備えており、前記所定の周波数特性及び前記所定の伝達関数は、前記制御スピーカから前記誤差検出器への制御伝達特性に基づいて定められるものである。

【0017】好ましくは、前記IIRフィルタの所定の周波数特性は、第1の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致していればよい。

【0018】また好ましくは、前記演算器の所定の伝達関数は、第2の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致していればよい。

【0019】さらに、前記第1の周波数領域は、前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域であってもよく、前記第2の周波数領域は、前記制御スピーカの最低

共振周波数以上の領域であってもよい。

【0020】また、本発明の騒音消去装置は、騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を出力する騒音検出器と、前記騒音検出信号に基づいて、前記騒音を消去するための制御信号を出力する適応フィルタ部と、前記制御信号を受け取り、制御音を所定の領域に放射する制御スピーカと、前記所定領域における騒音と前記制御音との残差を検出し、誤差信号を出力する誤差検出器とを備え、更に、前記適応フィルタ部を制御するための係数調整信号を出力するフィルタ制御回路を備えており、前記適応フィルタ部は、前記騒音検出信号を受け取り、前記騒音検出信号を処理して前記制御信号を出力する適応フィルタと、前記騒音検出信号を受け取り、前記係数調整信号に基づいて定められる周波数特性によってフィルタ処理を行い、第1の処理信号を出力する適応型IIRフィルタと、前記第1の処理信号を受け取り、前記制御スピーカから前記誤差検出器への制御伝達特性に基づいて定められる所定の伝達関数と、前記第1の処理信号との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算器と、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを受け取り、前記第2の処理信号と前記誤差信号とを乗算し、前記適応フィルタの係数を更新するための更新信号を出力する乗算器とを備えている。

【0021】前記フィルタ制御回路は、前記制御信号と前記誤差信号とを受け取り、前記制御伝達特性を計算する計算回路と、前記適応型IIRフィルタの前記周波数特性と、計算された該制御伝達特性とを比較する特性比較回路と、該特性比較回路の比較の結果に基づいて、前記係数調整信号を出力し、該適応型IIRフィルタのフィルタ係数を変更する係数変更回路とを有して構成することができる。

【0022】前記特性比較回路は、前記IIRフィルタの前記周波数特性のカットオフ周波数と、該周波数特性を表す曲線の傾きとに基づいて比較を行なうことが好ましい。

【0023】前記係数変更回路は、前記IIRフィルタの前記周波数特性のカットオフ周波数を所定の範囲に保ち、該周波数特性を表す曲線の傾きを前記制御伝達関数を表す曲線の傾きから所定の範囲に保つように、前記フィルタ係数を制御することが好ましい。

【0024】本発明の騒音消去方法は、制御音によって騒音を消去する能動的騒音制御方法であり、騒音源から発生される騒音を検出し、騒音検出信号を生成するステップと、該騒音検出信号を所定のフィルタ係数を用いてフィルタリング処理し、該騒音を消去するための制御信号を生成する信号処理ステップと、該制御信号を制御音として制御スピーカから所定の領域に放射するステップと、該所定領域における該騒音と該制御音との残差を検出し、誤差信号を生成するステップと、を有しており、該信号処理ステップは、該騒音検出信号を所定の周波数

特性によってフィルタリング処理し、第1の処理信号を生成するステップと、該第1の処理信号と所定の伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を生成するステップと、該第2の処理信号と該誤差信号とを乗算し、該所定のフィルタ係数を更新するための更新信号を生成するステップと、該更新信号によって定められるフィルタ係数によって該騒音検出信号を処理し、制御信号を生成するステップとを備え、該所定の周波数特性及び該所定の伝達関数は、該制御スピーカから該所定の領域への制御伝達特性に基づいて定められるものである。

【0025】好ましくは、前記所定の周波数特性は、第1の周波数領域において前記制御伝達特性と実質的に一致するように設定される。

【0026】また好ましくは、前記所定の伝達関数は、第2の周波数領域において、前記制御伝達特性と実質的に一致するように設定される。

【0027】前記第1の周波数領域は、前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域であることが好ましく、前記第2の周波数領域は、前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域であることが好ましい。

【0028】また前記信号処理ステップは、更に、前記制御信号と前記誤差信号とに基づいて、前記所定の周波数特性を変更する制御ステップを備えていてもよい。

【0029】前記制御ステップは、前記制御信号と前記誤差信号とに基づいて、前記制御伝達特性を計算するステップと、前記所定の周波数特性と、計算された該制御伝達特性とを比較するステップと、該比較するステップの結果に基づいて、該所定の周波数特性を制御するための特性調整信号を生成するステップと、該特性調整信号に基づいて、該所定の周波数特性を変更するステップとを有して構成することができる。

【0030】前記比較ステップにおいては、前記周波数特性のカットオフ周波数と、該周波数特性を表す曲線の傾きとに基づいて比較が行われてもよい。

【0031】また前記変更ステップにおいて、前記所定の周波数特性が変更されることにより、前記周波数特性のカットオフ周波数が所定の範囲に保たれ、該周波数特性を表す曲線の傾きが前記制御伝達関数を表す曲線の傾きから所定の範囲に保たれることが好ましい。

【0032】

【作用】本発明の騒音消去装置及び方法においては、IIRフィルタの周波数特性及び演算器に設定される伝達関数は、制御系の伝達特性に基づいて定められる。制御系の伝達特性の低周波数領域はIIRフィルタによって実現（再現）され、高周波数領域は演算器によって実現される。このように、IIRフィルタと演算器とを組み合わせることにより、タップ長の短い演算器を用いて、制御系伝達特性の逆特性を正確に実現する。従って、この逆特性に従ってフィルタ係数が定められる適応フィルタにより、正確な制御信号が生成される。

【0033】また、IIRフィルタを適応型にて構成し、制御系の伝達特性の変動に応じて、IIRフィルタの周波数特性（フィルタ係数）を制御することにより、逆伝達特性は、制御系の伝達特性の変動に応じて補正されるため、正確な制御信号が生成される。

【0034】

【実施例】以下、本発明の騒音消去装置および騒音消去方法の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0035】（実施例1）以下、図面を参照しながら、本発明の第1の実施例による騒音消去装置、及び当該装置を用いた騒音消去方法について説明する。

【0036】騒音消去装置は、図1に示されるように、騒音源10の騒音情報を検出する騒音検出器11と、検出された騒音信号に基づいて騒音を制御するための制御信号を生成する適応フィルタ部12と、制御信号を制御音として放射する制御スピーカ13と、領域Pにおける騒音の消去残りを検出する誤差検出器14とを備えている。適応フィルタ部12は、適応フィルタ101と、適応フィルタ101の係数を設定・更新するためのIIRフィルタ102、演算器103、及び乗算器104を備えている。

$$e = (N * G + N * M * H * C) * E \quad \dots \dots (4)$$

ここで、Nは騒音源10の特性、Gは騒音源10から領域Pへの騒音系伝達関数、Mは騒音検出器11の特性（伝達関数）、Hは適応フィルタ101の伝達関数、Cは制御系の伝達関数（制御スピーカ13の特性Sを含む）、そしてEは誤差検出器14の特性（伝達関数）である。なお、演算*は畳み込みを示している。

【0040】以下、騒音消去装置の適応フィルタ部12を更に詳しく説明する。騒音検出器11によって検出された騒音源10の騒音情報は、騒音検出信号として適応フィルタ101及びIIRフィルタ102に与えられる。適応フィルタ101は、乗算器104によって設定されたフィルタ係数に応じて騒音検出信号を処理し、制御信号を生成して制御スピーカ13に与える。

【0041】一方、騒音検出信号はIIRフィルタ102にも与えられる。IIRフィルタ102の構成例を図2に示す。本実施例においては、バイクワッドの2段構成のIIRを用いている。41、42、43、44は遅延器、45、46、47、48、49は乗算器、50は加算器である。この場合に、IIRフィルタの演算量は、FIRフィルタの十数タップ分の演算量と同等である。IIRフィルタ102の周波数特性（伝達関数）は、制御系の伝達特性（伝達関数C）と所定の周波数f0以下の領域において一致するように設定される。この所定の周波数f0は、制御スピーカ13の最低共振周波数であることが好ましい。図3は、制御スピーカ13から誤差検出器14の伝達特性（制御系の伝達関数C）の一例を示し、図4は、IIRフィルタ102の周波数特性の一例を示している。図3及び図4からわかるよう

*【0037】騒音検出器11は、騒音情報を騒音源から直接電気信号として受け取る信号入力装置でもよく、騒音を集音して検出するマイクロフォンであってもよい。また、誤差検出器14は、本実施例ではマイクロフォンを用いているが、状況に応じて他のものを用いることもできる。

【0038】騒音源10から騒音が発生しているとき、制御スピーカ13から制御音が発生することによって、領域P（消音エリア）に於いては、制御音と騒音とが合成される。このとき、制御音が最適化されていれば、原理的には騒音は消去される。しかしながら、実際には、それぞれの伝達特性の時間的変動などの要因により、領域Pには、消去残りの誤差が存在する。この消去残りは、誤差検出器14によって検出され、誤差信号eとして乗算器104に与えられる。乗算器104は、誤差信号eを小さくするように、適応フィルタ101のフィルタ係数を更新する。誤差信号eは、各系の伝達特性（伝達関数）を用いて、下記の式（4）によって表すことができる。

【0039】

に、IIRフィルタ102の周波数特性は、100Hz以下の範囲において制御系伝達関数Cに実質的に一致している。

【0042】IIRフィルタ102によってフィルタリング処理された信号は、演算器103に入力される。演算器103はFIRフィルタによって構成することができる。演算器103を構成するFIRフィルタの一例を図5に示す。51、52、53、54、55は遅延器、56、57、58、59、60、61、62は乗算器、63は加算器である。図6は、演算器103の周波数特性C"を示している。図3に示される制御系伝達関数の周波数特性Cと比較すると、所定の周波数f0（100Hz）以上の領域において、C"はCと同様の周波数特性を再現していることがわかる。

【0043】図7に、演算器103のインパルス応答を示す。図7から、演算器103に必要な周波数特性はタップ数32で実現されることがわかる。低周波数側の特性はIIRフィルタ102によって実現されるためである。比較のために、図17に示される従来の騒音消去装置における演算器707のインパルス応答を示す図19をみると、演算器707は、必要な周波数特性を得るためには128タップを要している。

【0044】このように、IIRフィルタ102の周波数特性を上述のように設定し、IIRフィルタ102と演算器103とを直列に接続したハイブリッド構成にすることにより、演算器103のタップ数を大幅に減少させても、制御系の伝達特性の逆伝達特性を正確に実現できる。従って、正確な制御信号を生成でき、従来の演算

器707と同様の消音効果を得ることができる。尚、伝達特性は、伝達特性と振幅周波数特性が等しく、位相が180度ずれた特性で与えられるが、図4及び図6等には、位相差は示されていない。

【0045】演算器103の出力信号(参照信号X)は、乗算器104に入力される。乗算器104は、参照信号Xと誤差検出器14から与えられる誤差信号eとを乗算し、適応フィルタ101に係数更新信号(更新ベクトルΔH)として入力する。係数更新のアルゴリズムは、例えば、公知の学習同定法(normalized LMS algorithm)等を用いることができる(例えば、「デジタル信号処理の応用(コロナ社、電機通信学会)」P. 219～参照)。

【0046】図8は、乗算器104におけるLMSアル*

$$\begin{aligned}\Delta H &= -\mu' \cdot (\delta e^2 / \delta H_j) \\ &= -2\mu' \cdot e_j \cdot (\delta (e_j - X_j^T \cdot H_j) / \delta H_j) \\ &= \mu \cdot e_j \cdot X_j \quad \dots \dots (5)\end{aligned}$$

ここで、μ及びμ'は比例定数であり、δ/δは偏微分を表している。X_jは、過去nサンプルの入力信号列ベ*

$$X_j = (X_j, X_{j-1}, \dots, X_{j-n+1}) \quad \dots \dots (6)$$

H_jは、nタップのフィルタ係数を表すベクトル:

$$H_j = (h_j(1), h_j(2), \dots, h_j(n)) \quad \dots \dots (7)$$

である。従って、時刻(j+1)に於ける適応フィルタの係数H_{j+1}は、次式(8)によって表される。★

$$\begin{aligned}H_{j+1} &= H_j + \Delta H \\ &= H_j + \mu \cdot e_j \cdot X_j \quad \dots \dots (8)\end{aligned}$$

即ち、更新ベクトルΔhは、入力信号系列X_jに、誤差信号e_jとμ(収束定数)とを掛け、各タップ毎に加算することによって求められる。最終的に、誤差信号eと共に更新ベクトルΔHが0に近づき、Hは、プラントの特性Gに近似した係数に収束する。

【0049】以上の操作を、タップ数が1の場合について示したものが図9である。評価関数は下に凸の2次関数となる。時刻jの微分係数が正である場合には更新量ΔHは負となり、更新後の係数H_{j+1}に対する評価関数e_{j+1}²は、e_j²よりも減少する。微分係数が負である場合には更新量ΔHは正となるので、更新後の評価関数e_{j+1}²は、やはり減少する。

【0050】以上のように構成された本実施例の騒音消去装置による騒音消去の効果を図10に示す。曲線95は騒音の周波数特性を示し、曲線96は、IIRフィルタ102と32タップの演算器103を用いた本実施例の装置による消音効果を示している。比較のために、IIRフィルタを有しない従来例の128タップの演算器と32タップの演算器とを用いた場合の消音効果を示している(曲線97及び98)。

【0051】図10から明らかなように、本実施例によればIIRフィルタ102を付加することにより、32タップの演算器103によって、128タップの従来例の演算器707とほぼ同等の消音効果が得られる。騒音

*ゴリズムを示すブロック図である。71はプラントG、72～80は遅延器、81～85は加算器、86～92は乗算器である。入力信号系列X_j(時刻j)を係数H_jの適応フィルタによって処理した信号が、入力信号系列X_jがプラントG(伝達特性G)を通ってきた信号d_jを打ち消すように、誤差信号e_jのパワーを最小にする更新ベクトルΔHを求める。評価関数としてe²を用いている。評価関数e²のフィルタ係数H_jに対する変化分(微分係数)を求め、その変化分に負の比例定数をかけることにより、評価関数e²が常に小さくなる方向に、再帰的に更新ベクトルΔHを定義することができる(式(5))。

【0047】

※クトル:

★【0048】

は最大20～25dB低減できる。一方、従来例の演算器707において32タップのものを用いた場合には、有効な消音効果が得られないだけでなく、低周波数領域で雑音が付加されている。これは、タップ数が不足し、低音域の伝達特性を再現できないためである。

【0052】以上のように、本実施例によれば、演算器103が十分なタップ長を有していなくても、IIRフィルタ102の効果により低音域の伝達特性が補われるため、小規模なハードウェア構成で騒音の消音を有効に行うことができる。

【0053】(実施例2)以下、図面を参照しながら、本発明の第2の実施例による騒音消去装置の構成、及び当該装置を用いた騒音消去方法について説明する。

【0054】騒音消去装置は、図11に示されるように、騒音源20の騒音情報を検出する騒音検出器21と、検出された騒音信号に基づいて騒音を制御するための制御信号を生成する適応フィルタ部22a及び22bと、制御信号を制御音として放射する制御スピーカ23a及び23bと、領域Pa及びPbにおける騒音の消去残りをそれぞれに検出する誤差検出器24a及び24bとを備えている。

【0055】適応フィルタ部22aは、適応フィルタ201aと、適応フィルタ201aの係数を設定・更新するためのIIRフィルタ202a、演算器203a、及

13

び乗算器204aとを備えている。同様に、適応フィルタ部22bは、適応フィルタ201bと、適応フィルタ201bの係数を設定・更新するためのIIRフィルタ202b、演算器203b、及び乗算器204bとを備えている。

【0056】これらの各要素の構成は、(実施例1)で説明したものと同様である。本実施例による騒音消去装置は、(実施例1)で説明した、適応フィルタ部—制御スピーカ—誤差検出器のセットを複数系統備えている。以下では、図11に示すように2系統を備えた場合について説明するが、本発明はこれに限られるものではなくさらに多くの複数系統を設けてもよい。騒音検出器21も、必要に応じて複数個設けることが可能である。

【0057】以下、騒音消去装置の適応フィルタ部22a及び22bを更に詳しく説明する。

【0058】騒音検出器21によって検出された騒音源20の騒音情報は、騒音検出信号として、フィルタ部22a及び22bのそれぞれの適応フィルタ201a及び201bに与えられる。適応フィルタ201a及び201bは、対応する乗算器204a及び204bによって設定されたフィルタ係数に応じて騒音検出信号を処理し、制御信号を生成して制御スピーカ23a及び23bに与える。

【0059】一方、騒音検出信号はIIRフィルタ202a及び202bにも与えられる。IIRフィルタ202aの周波数特性(伝達関数)は、IIRフィルタ102の場合と同様に、制御スピーカ23aから誤差検出器24aの伝達特性(制御系の伝達関数C1)と所定の周波数f1以下の領域において実質的に一致するように設定される。この所定の周波数f1は、制御スピーカ23aの最低共振周波数であることが好ましい。同様に、IIRフィルタ202bの周波数特性(伝達関数)は、制御スピーカ23bから誤差検出器24bの伝達特性(制御系の伝達関数C2)と所定の周波数f2以下の領域において実質的に一致するように設定される。この所定の周波数f2は、制御スピーカ23bの最低共振周波数であることが好ましい。

【0060】IIRフィルタ202aによってフィルタリング処理された信号は、演算器203aに入力され、IIRフィルタ202bによってフィルタリング処理された信号は、演算器203bに入力される。演算器203a及び203bはFIRフィルタによって構成することができる。演算器203aの周波数特性は、演算器103の場合と同様に、所定の周波数f1以上の領域において、制御系伝達関数C1の特性を再現するように設定される。演算器203bについても同様に、所定の周波数f2以上の領域において、制御系伝達関数C2の特性を再現するように設定される。

【0061】演算器203a及び203bの出力信号(参照信号Xa及びXb)は、それぞれ乗算器204a及

14

び204bに入力される。乗算器204aは、参照信号Xaと誤差検出器24aから与えられる誤差信号eaとを乗算し、適応フィルタ201aに係数更新信号(更新ベクトル ΔH_a)として入力する。同様に、乗算器204bは、参照信号Xbと誤差検出器24bから与えられる誤差信号ebとを乗算し、適応フィルタ201bに係数更新信号(更新ベクトル ΔH_b)として入力する。係数更新のアルゴリズムは、(実施例1)で説明した方法によって同様に行うことができる。

【0062】上述のように、IIRフィルタ202a及び202bの周波数特性を所定の周波数領域(低周波数側)で制御系伝達関数Cの逆特性となるように設定し、演算器203a及び203bをそれぞれ対応するIIRフィルタに直列に接続したハイブリッド構成にすることにより、演算器203a及び203bのタップ数を大幅に減少させても、大きな消音効果を得ることができる。騒音消去装置による効果は、図10に示した消音効果と同等のものが得られる。

【0063】本実施例は、複数の制御スピーカ及び誤差検出器を用いる、いわゆるマルチ制御を行っているので、より広い領域において、正確で効果的な騒音の制御が可能である。

【0064】マルチ制御を行う場合には、演算処理量及び装置の規模が共に増大するため、演算器に十分なタップ長を与えることができない場合が多い。従って、演算器のタップ数を削減しても十分な消音効果が得られる本発明は特に有用である。

【0065】(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について図面を参照しながら説明する。図12は、本発明の第3の実施例による騒音消去装置の構成を模式的に示している。

【0066】騒音消去装置は、図12に示されるように、騒音源30の騒音情報を検出する騒音検出器31と、検出された騒音信号に基づいて騒音を制御するための制御信号を生成する適応フィルタ部32と、制御信号を制御音として放射する制御スピーカ33と、領域Pにおける騒音の消去残りを検出する誤差検出器34、及びフィルタ制御回路35とを備えている。適応フィルタ部32は、適応フィルタ301、適応型IIRフィルタ302、演算器303、及び乗算器304を備えている。騒音検出器31、制御スピーカ33、及び誤差検出器34の構成は(実施例1)及び(実施例2)と同様である。本実施例においては、フィルタ制御回路35を備え、IIRフィルタ302を適応型としたことにより、制御系の伝達特性Cに大きな変化があった場合でも、十分に対応することが可能となる。

【0067】以下、本実施例の騒音消去装置の適応フィルタ部32及びフィルタ制御回路35を更に詳しく説明する。

【0068】騒音検出器31によって検出された騒音源

30の騒音情報は、騒音検出信号として適応フィルタ301及び適応型IIRフィルタ302に与えられる。

【0069】適応フィルタ301は、乗算器304によって設定されたフィルタ係数に応じて騒音検出信号を処理し、制御信号を生成して制御スピーカ33に与える。制御信号は、同時にフィルタ制御回路35にも与えられる。

【0070】適応型IIRフィルタ302においては、まず、その周波数特性（伝達関数 C_1 ）が、制御スピーカ33から誤差検出器34への制御系の伝達特性（伝達関数 C ）に所定の周波数 f_0 以下の領域において一致するように設定される。伝達関数 C_1 の位相は、制御系の伝達関数 C から180度ずれるように設定される。所定の周波数 f_0 は、制御スピーカ33の最低共振周波数であることが好ましい。

【0071】演算器303は、（実施例1）及び（実施例2）と同様に、FIRフィルタによって構成することができる。演算器303の周波数特性 C_r は、所定の周波数 f_0 以上の領域において、制御系の伝達関数 C と同様の周波数特性を実現するように設定され、位相は制御系の伝達関数 C から180度ずれるように設定される。演算器303の出力信号（参照信号 X ）は、乗算器304に入力される。

【0072】一方、騒音源30から発生される騒音は、制御スピーカ33から放射される制御音によって、領域 P （消音エリア）に於いて打ち消される。消去残りの誤差は、誤差検出器34によって検出され、誤差信号 e として乗算器304及びフィルタ制御回路35に与えられる。

【0073】乗算器304は、参照信号 X と誤差検出器34から与えられる誤差信号 e とを乗算し、適応フィルタ301に係数更新信号（更新ベクトル ΔH ）として入力する。適応フィルタ301のフィルタ係数は、誤差信号 e を小さくするように更新される。乗算器304における係数更新のアルゴリズムは、（実施例1）で説明したのと同様であり、説明を省略する。

【0074】フィルタ制御回路35は、図13に示すように、制御信号と誤差信号 e とを受け取り、制御系の伝達関数 C をリアルタイムで計算する特性計算回路351と、特性計算回路351の計算結果と、適応型IIRフィルタ302のフィルタ係数（伝達関数 C_1 ）とを比較し、その差を測定する特性比較回路352と、この測定結果に基づいて適応型IIRフィルタ302の係数を変更する係数変更回路353とを有している。

【0075】特性計算回路351は、公知の技術により、フーリエ変換器（あるいはZ変換器）及び加算器などを用いて構成することができる。

【0076】特性比較回路352は、制御系の伝達関数 C と、適応型IIRフィルタ302によって実現される特性（以下、フィルタ特性 C_1 という）とを比較する。

図14に、周波数特性の比較の方法を示す。

【0077】特性比較回路352は、まず、フィルタ特性 C_1 のカットオフ周波数 f_1 を調べ、カットオフ周波数 f_1 が制御系のカットオフ周波数（好ましくは上述の f_0 ）の $\pm 30\%$ の範囲内にあるかどうかを判定する。判定の結果は係数変更回路353に与えられる。係数変更回路353は、カットオフ周波数 f_1 がこの範囲内で実現されるように適応型IIRフィルタ302の係数を制御する。次に、特性比較回路352は、カットオフ周波数 f_1 以下でのフィルタ特性の傾きを調べる。フィルタ特性の傾きが、制御系伝達特性 C の傾きの平均値から所定の範囲内にあるかどうかを判定し、所定の値以上ずれた場合には、係数変更回路353によってIIRフィルタ302のフィルタ特性を変更する。例えば、フィルタ特性の傾きが、制御系伝達特性の傾きの平均値から、常に $\pm 10\text{ dB}$ 以内の範囲内にあるように制御することができる。カットオフ周波数 f_1 より高い周波数領域でのオフセットは、考慮する必要がない。この周波数領域の特性は、演算器303の特性 C_r によって補償されるからである。以上の制御は、通常のマイコン技術によって実現できる。

【0078】本実施例の騒音消去装置によれば、適応型IIRフィルタの特性を一担設定した後に、制御スピーカ33と誤差検出器34と間に障害物が入り、制御伝達特性 C が大きく変動したような場合にも、フィルタ制御回路35によって制御伝達特性の変動に対応できる。また、制御スピーカ33の特性の経時変化等に基づく制御伝達特性の変動にも容易に対応できる。従って、乗算器304による適応フィルタ301のフィルタ係数 H の設定（更新ベクトル ΔH の入力）に誤差が少なくなり、様々な環境下で領域 P における消音を正確に行うことができる。

【0079】なお、以上の説明においては、制御スピーカ - 誤差検出器は一系統としたが、本実施例の騒音消去装置はこれに限られるものではなく、（実施例2）で示したように、制御スピーカ - 誤差検出器を複数系統備えていてもよく、同様の効果が得られる。

【0080】（実施例4）（実施例4）においては、本発明の騒音消去装置の、より具体的・実例的な応用例を示す。

【0081】図16は、列車などの座席（2人用）におけるオーディオ伝送システムの応用例を示す図である。各座席シートのヘッドレストには、それぞれ左右のスピーカが埋め込まれている。自席の1対のスピーカから再生される音は、本来受聴すべき音である。それ以外の、隣接席のスピーカから再生される音（漏れ音）及び列車の振動音などは全て騒音となる。本実施例においては、騒音制御は全て2チャンネルで行われる。

【0082】図15（a）は、2チャンネルの騒音制御装置401（以下、ユニット401と呼ぶ）を示してい

る。適応フィルタは H_{LL} 、 IIR フィルタは I_{LL} 及び I_{LR} 、演算器は C_{LL} 及び C_{LR} 、乗算器は $LMS1$ 及び $LMS2$ で表している。添え字の“ LR ”は、左の座席の右スピーカを意味している。他の“ LL ”等も同様である。個々の要素は上述の実施例で説明したものと同様であるので、説明は省略する。以下、このユニット401は、簡単のため図15(b)に示すように略記する。

【0083】図16は、本システムを示すブロック図である。なお、同図において、41は騒音検出器、43a~43dは制御スピーカ、44a、44bは誤差検出器、401~405はユニット、406、407は加算器、408は座席、409、410は座席に座っている人間である。隣接席からの漏れ音は、4系統の伝達関数 G_{LL} 、 G_{LR} 、 G_{RL} 、及び G_{RR} を経て自席（に座っている人の両耳）に到達する。隣接席のオーディオ入力は、それぞれ、対応するユニット401~404によって処理される。例えば、隣接席の左チャンネル入力、ユニット401（適応フィルタ H_{LL} ）及びユニット402（適応フィルタ H_{LR} ）に与えられて制御信号が生成される。右チャンネル入力、ユニット403（適応フィルタ H_{RL} ）及びユニット404（適応フィルタ H_{RR} ）に与えられて制御信号が生成される。これらの制御信号は、自席のオーディオ信号と加算され、それぞれ自席のスピーカから制御音として再生される。これらの制御音は、制御系伝達関数 C_{LL} 、 C_{LR} 、 C_{RL} 、及び C_{RR} を経て両耳に到達し、臨席からの漏れ音を減少させる。

【0084】自席のヘッドレストには誤差検出器（マイクロフォン）44a、44bが設置されており、漏れ音と制御音との誤差を消し残り誤差として検出する。この消し残り誤差が小さくなるように、適応フィルタ H_{LL} 、 H_{LR} 、 H_{RL} 、及び H_{RR} の係数が更新される。例えば、隣接席の左スピーカ43cから自席の左耳エリアに到達する漏れ音に対する制御信号の生成には、適応フィルタ H_{LL} 及び H_{LR} が関わっている。制御系伝達関数 C_{LL} を介して騒音制御を行う適応フィルタ H_{LL} の係数は、 $LMS1$ によって更新される。 $LMS1$ は、左耳エリアの誤差信号 e_L と、予め同定された I_{LL} 及び C_{LL} によってフィルタリングされた隣接席の左チャンネル入力信号（参照信号）とに基づいて、係数更新を行う。同様に、制御系伝達関数 C_{LR} を介して騒音制御を行う適応フィルタ H_{LR} の係数は、 $LMS3$ によって更新される。 $LMS3$ は、右耳エリアの誤差信号 e_R と、予め同定された I_{LR} 及び C_{LR} によってフィルタリングされた隣接席の左チャンネル入力信号（参照信号）とに基づいて、係数更新を行う。

【0085】座席シート408の下には騒音検出器41が設置されており、これにより様々な騒音を検出する。この騒音検出信号は、ユニット405によって同様に処理され、制御信号が生成される。制御信号は、自席のオーディオ信号に重ね合わされて自席のスピーカから再生

される。ユニット405も、本来2系統必要であるが、両耳への騒音伝達関数 G_R は、低周波でほぼ等しいため、1系統で処理している。

【0086】本実施例のように処理系統が多くなればなるほど、演算器の規模を小さくし、なおかつ十分に大きな消音効果を得ることが重要になる。

【0087】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の騒音消去装置及び騒音消去方法によれば、規模の小さいハードウェア構成でも、騒音の付加・発散等がなく、十分な消音効果が得られる信頼性の高い騒音消去を行うことが可能となる。更に、制御系の伝達特性に変化があった場合にも、十分に対応することが可能であり、騒音の付加・発散等がない信頼性の高い騒音消去が可能である。

【0088】また、本発明の騒音消去装置及び騒音消去方法によれば、 IIR フィルタと演算器とを直列に接続したハイブリッド構成とすることにより、 IIR フィルタの効果により低音域の伝達特性が補われるため、演算器のタップ数を大幅に減少させても、従来例と同様の消音効果を得ることができる。

【0089】また、複数系統の制御スピーカ及び誤差検出器を用いるマルチ制御を行うことにより、より広い領域において、正確で効果的な騒音の制御が可能である。マルチ制御を行う場合には、演算処理量及び装置の規模が共に増大するため、演算器に十分なタップ長を与えることができない場合が多いので、演算器のタップ数を削減しても十分な消音効果が得られる本発明は特に有用である。

【0090】さらに、本発明の騒音消去装置及び騒音消去方法によれば、適応型 IIR フィルタの特性を一担設定した後に、制御スピーカと誤差検出器と間に障害物が入り、制御系の伝達特性が大きく変動したような場合にも、フィルタ制御手段によって制御伝達特性の変動に対応できる。また、制御スピーカの特性の経時変化等に基づく制御伝達特性の変動にも容易に対応できる。従って、様々な環境下において騒音制御を正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における騒音消去装置を示すブロック図

【図2】本発明に係る IIR フィルタの一例を示すブロック図

【図3】本発明の第1の実施例における制御系伝達関数の周波数特性図

【図4】本発明の第1の実施例における IIR フィルタの周波数特性図

【図5】本発明に係る FIR フィルタの一例を示すブロック図

【図6】本発明の第1の実施例に係る演算器の周波数特

性図

【図7】本発明の第1の実施例に係る演算器のインパルス応答を示す図

【図8】本発明に係る乗算器におけるLMSアルゴリズムを示すブロック図

【図9】本発明に係る適応フィルタの係数の更新を説明するための図

【図10】本発明の第1の実施例における騒音消去装置による消音効果を示す図

【図11】本発明の第2の実施例における騒音消去装置を示すブロック図

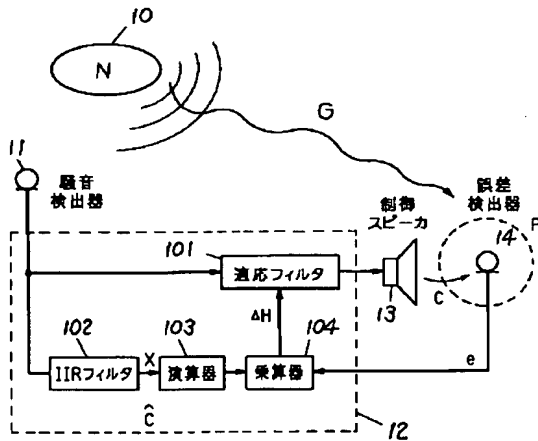
【図12】本発明の第3の実施例における騒音消去装置を示すブロック図

【図13】本発明の第3の実施例に係るフィルタ制御回路の構成を示すブロック図

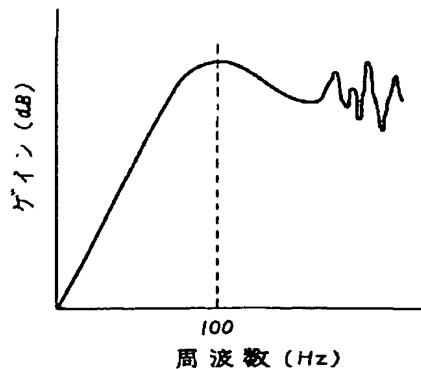
【図14】フィルタ制御手段における周波数特性の比較結果を示す図

【図15】(a)は第4の実施例における騒音消去装置

【図1】



【図3】



を示すブロック図

(b)は同図(a)を略記した図

【図16】本発明の第4の実施例における騒音消去装置の応用例を示すブロック図

【図17】従来の騒音消去装置を示すブロック図

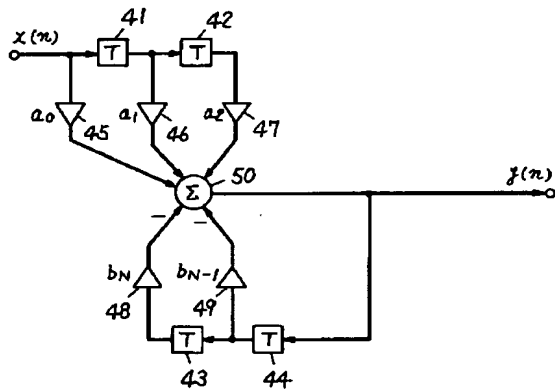
【図18】従来の騒音消去装置における演算器の周波数特性図

【図19】従来の騒音消去装置における演算器のインパルス応答を示す図

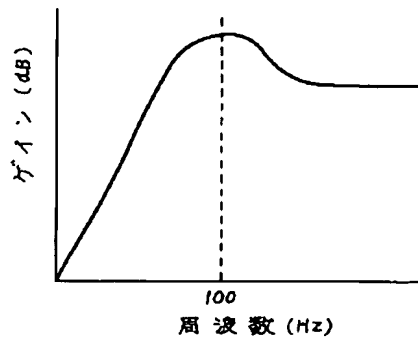
【符号の説明】

- 11 騒音検出器
- 12 適応フィルタ部
- 13 制御スピーカ
- 14 誤差検出器
- 101 適応フィルタ
- 102 IIRフィルタ
- 103 演算器
- 104 乗算器

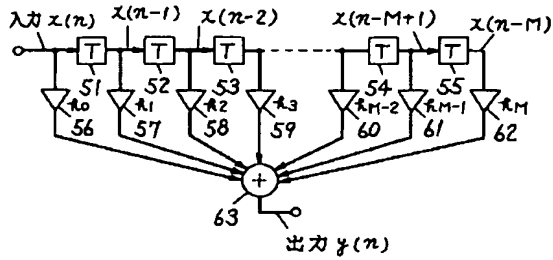
【図2】



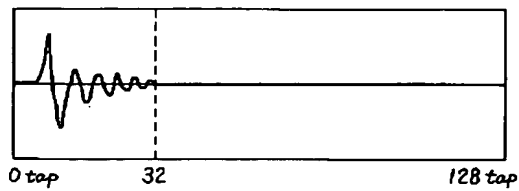
【図4】



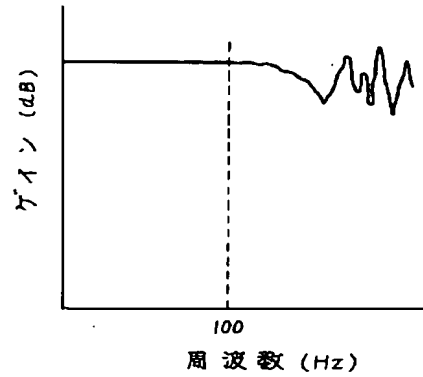
【図5】



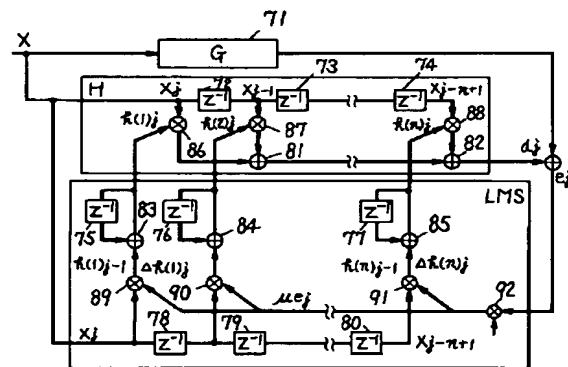
【図7】



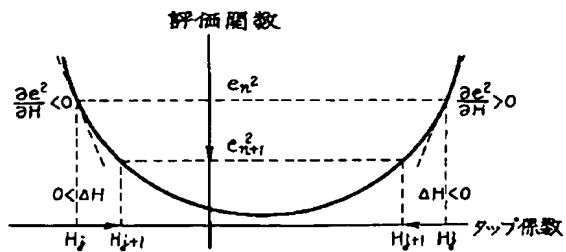
【図6】



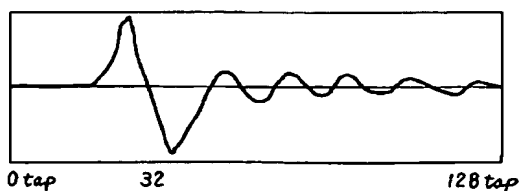
【図8】



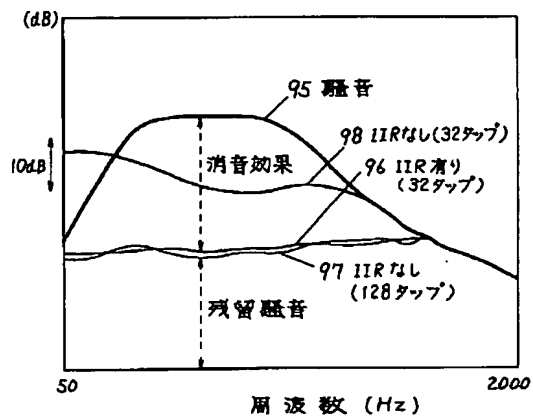
【図9】



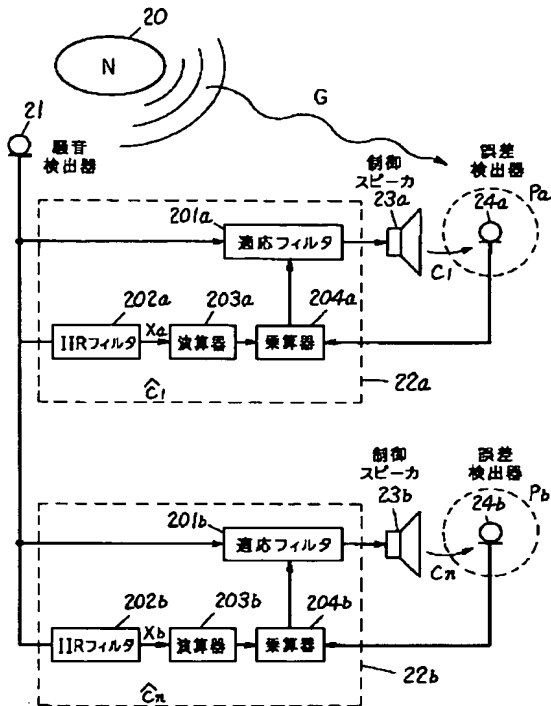
【図19】



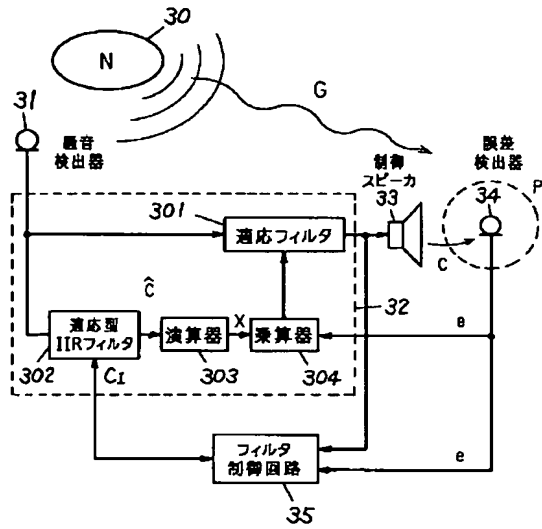
【図10】



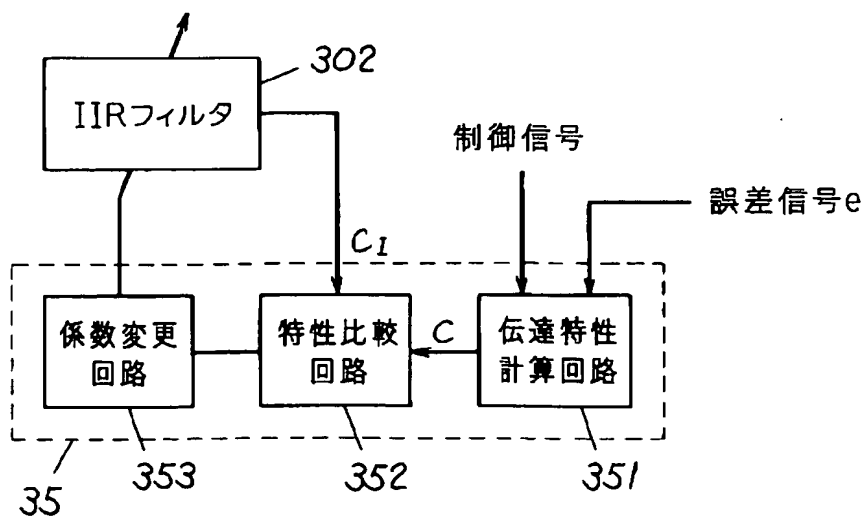
【図 11】



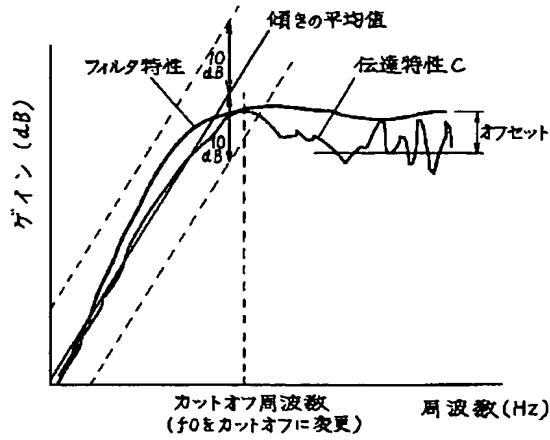
【図 12】



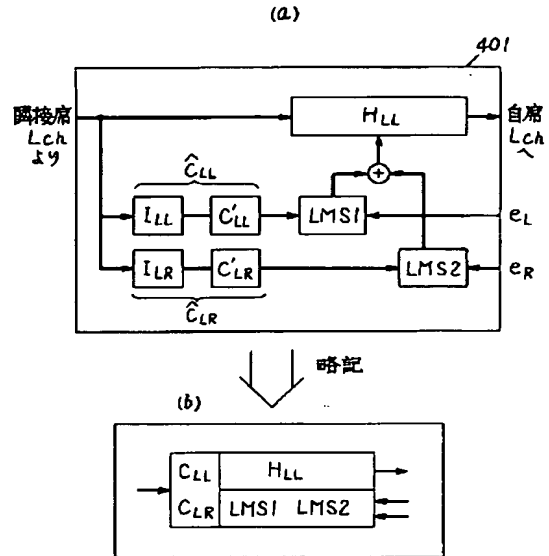
【図 13】



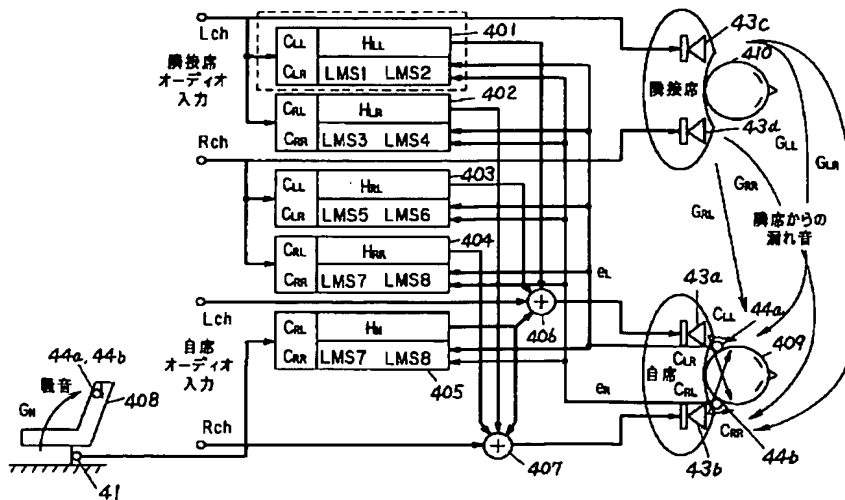
【図14】



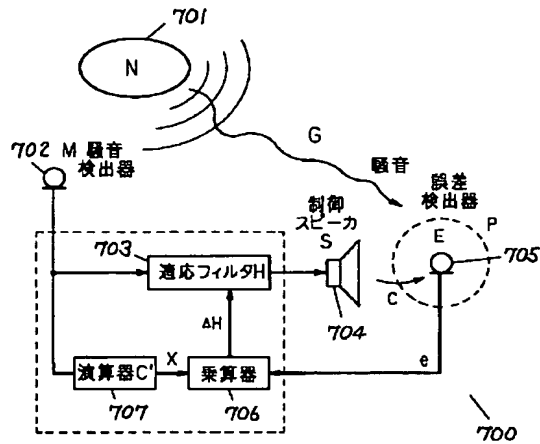
【図15】



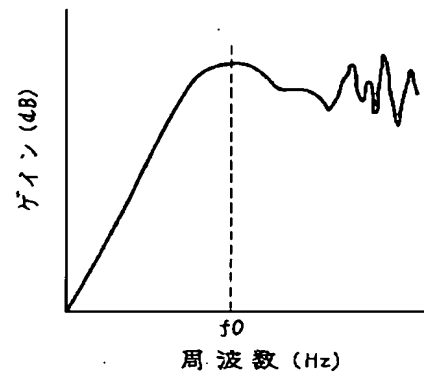
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 中間 保利
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内